

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-324312

(43)Date of publication of application : 25.11.1994

-----

(51)Int.Cl. G02F 1/1333

C09K 19/02

C09K 19/42

-----

(21)Application number : 05-132951 (71)Applicant : AGENCY OF IND SCIENCE &  
TECHNOL

(22)Date of filing : 11.05.1993 (72)Inventor : KISHI RYOICHI  
SUZUKI YASUZO  
ICHIJO HISAO  
HIRASA OKIHIKO

-----

(54) FIELD EFFECT LIQUID CRYSTAL COMPOSITION

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain such a polymer gel system free from diffusion without causing by-reaction which consumes energy such as electrolysis of water and to improve responsibility for the electric field applied, by using a liquid crystal elastomer as a gellating material having compatibility with a low mol.wt. liquid crystal material.

CONSTITUTION: This compsn. consists of a low mol.wt. liquid crystal material 3 and a liquid crystal elastomer 1 swollen with the low mol.wt. liquid crystal material 3. The liquid crystal elastomer 1 used has both properties of liquid crystal and rubber and is

obtd. by polymn. of a polymerizable low mol.wt. liquid crystal material in the presence of a crosslinking agent. Before voltage is applied, the liquid crystal elastomer 1 is swollen in the low mol.wt. liquid crystal material having orientation of molecules shown in the figure (a). When voltage is applied under a condition of the mesogen 2 of the liquid crystal elastomer and dielectric anisotropy of the low mol.wt. liquid crystal molecules 3 positive, the compsn. is oriented as shown in the figure (b) in such a manner that the direction of the major axis of the liquid crystal molecules is parallel to the electric field.

\* NOTICES \*

**JPO and INPIT are not responsible for any  
damages caused by the use of this translation.**

1.This document has been translated by computer. So the translation may not  
reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1]An electric field effect type liquid crystal composition which comprises a liquid crystal elastomer which swelled with a low-molecular-liquid-crystal substance and its low-molecular-liquid-crystal substance.

[Claim 2]The liquid crystal composition according to claim 1 which a low-molecular-liquid-crystal substance and a liquid crystal elastomer show a nematic phase.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application]This invention relates to the new liquid crystal composition which answers promptly in an electric field. If it says in more detail, this invention amplifies the modification in the electric field of low-molecular liquid crystal with a polymer liquid crystal, and relates to the electric field effect type liquid crystal

composition improved so that it could answer promptly also by impression of slight voltage.

[0002]

[Description of the Prior Art]If liquid crystal material, for example, nematic liquid crystal material, is filled in the gap of the conductive glass of two sheets, it maintains to the temperature of a liquid crystal area and direct current voltage is impressed, Since what is called an electrooptic effect of returning to origin is shown when dispersion of the light by a liquid crystal film is produced, a liquid crystal film blooms cloudy like ground glass and direct current voltage is cut, it is used for various displays.

[0003]As this liquid crystal material, by the way, aliphatic series and an aromatic-carboxylic-acid derivative, Although low molecule organic compounds, such as ether and a ketone derivative, an azomethine compound, an azine and a glyoxal derivative, and an azo compound, are used and these answer to an order (tens of milliseconds thru/or hundreds of milliseconds) by impression with a voltage of several volts thru/or tens of volts, The quicker response of several millisecond order is demanded by the purpose of use.

[0004]On the other hand, as a result of doing briskly research of recent-years

stimulus response nature polymer gel, it came to be known that a polymer hydro gel expands and contracts reversibly according to ambient conditions, such as temperature, pH, salt concentration, a solvent, an electric field, and light. Since this elasticity takes place by diffusion to the solvent of a polymer network, speed of response is governed by the diffusing constant, and there is a tendency for the time which elasticity takes to become short, so that polymer gel becomes small.

[0005]Therefore, if the new polymers gel system which is not governed by diffusion can be formed, elasticity and the quick response of modification should be obtained regardless of the size of gel, and if this fundamental view is applied to a liquid crystal, the actuator with which the response has been improved will be obtained.

[0006]However, since a common polymers network structure substance like polystyrene gel developed in recent years lacks compatibility with a low-molecular-liquid-crystal substance, it cannot use for the response improvement of a liquid crystal, and the liquid crystal which has improved the response according to the view of the former above has not been realized yet.

[0007]Although known about modification by voltage impressing also in the system which used the polymer hydro gel, Since modification of this hydro-gel

takes place with potential higher than the electric field potential of water, most energies are consumed by the electrolysis of water, it is inefficient, and it is unsuitable to use this as an actuator.

[0008]

[The technical problem which an invention makes like with solution] About a liquid crystal, this invention realizes the polymers gel system which is not governed by diffusion without being accompanied by the side reaction which consumes energy like the electrolysis of water, and it is made for the purpose of improving the response in the electric field.

[0009]

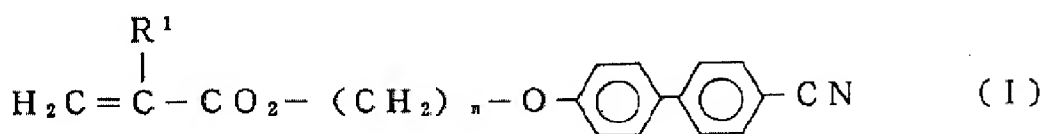
[Means for Solving the Problem]By using a liquid crystal elastomer which has a low-molecular-liquid-crystal substance and compatibility as a substance made to gel, as a result of repeating research variously so that this invention persons may make a polymers gel system of a liquid crystal which is not governed by diffusion form and it may raise the response, It finds out that that purpose can be attained and came to make this invention based on this knowledge.

[0010]That is, this invention provides an electric field effect type liquid crystal composition which comprises a liquid crystal elastomer by which a

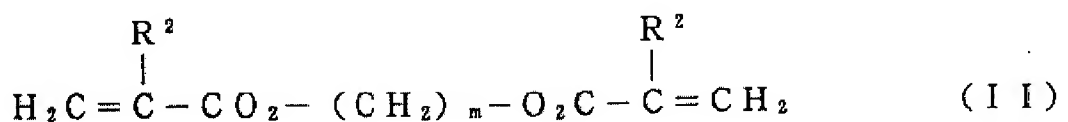
low-molecular-liquid-crystal substance and its low-molecular-liquid-crystal substance swelled.

[0011]A liquid crystal elastomer used by this invention is rubber and a substance provided with character of both liquid crystals which are obtained by polymerizing a polymerization nature low-molecular-liquid-crystal substance under existence of a cross linking agent.

[0012]As such a thing, it is a general formula, for example. [Formula 1]



(-- the acrylic acid or methacrylic acid ester to which a hydrogen atom or a methyl group, and n are expressed with integer) of 2-12 R1 in a formula -- a general formula [Formula 2]



(R2 in a formula can mention what was obtained by polymerizing a hydrogen atom or a methyl group, and m using a radical polymerization initiator, for example, an azobis compound, and a peroxide under existence of the bis(acrylic



acid or methacrylic acid)ester expressed with integer) of 2-12.

[0013]The liquid crystal composition of this invention is a low-molecular-liquid-crystal substance, for example, a general formula, about this liquid crystal elastomer. [Formula 3]



R<sup>3</sup> of (type Naka is added into a biphenyl compound expressed with alkyl group), and is prepared by making it fully swell. Usually, since this swelling magnification will be about 2 to 20 times, as for more than double capacity of a liquid crystal elastomer, a low-molecular-liquid-crystal substance is preferably used at a rate more than 10 time capacity.

[0014]

[Function]Next, according to an accompanying drawing, an operation of the liquid crystal composition of this invention is explained typically. Drawing 1 is a mimetic diagram showing change of the oriented state of a liquid crystal element before and after impressing the voltage at the time of using a side chain type liquid crystal elastomer, the ellipse 2 of \*\*\*\*\* and 2 -- are the meso genes of the liquid crystal elastomer 1, and the black ellipse 3 and 3 -- show the molecule of a

low-molecular-liquid-crystal substance.

[0015]Before impressing voltage, the liquid crystal elastomer 1 is swelling in the low-molecular-liquid-crystal substance 3, and the molecular orientation at that time has become as shown in (a). And if voltage is impressed when the meso gene of a liquid crystal elastomer and the induced anisotropy of a low-molecular-liquid-crystal substance molecule are negative, orientation will be carried out so that the major axis direction of a liquid crystal element and direction of an electric field may become parallel, as shown in (b). Drawing 2 is a mimetic diagram at the time of using a main chain type liquid crystal elastomer. Orientation is changed into the state of (b) from the state of (a) after all.

[0016]And this orientation change is transmitted as change of the polymers network structure of a liquid crystal elastomer, and the whole structure changes. Next, if voltage is turned OFF, in order to restore each liquid crystal element to the state (a) before voltage impressing, the whole structure also returns to the original state.

[0017]On the other hand, even if it impresses voltage to the liquid crystal elastomer which is not swelling by a low-molecular-liquid-crystal substance,

since this liquid crystal elastomer does not have mobility, it does not produce modification.

[0018]Although the example in negative in both induced anisotropy of a liquid crystal elastomer and low-molecular liquid crystal was shown here, it is included also when one side is [ another side ] negative in positive in this invention, a case positive in both, and. And it is possible to produce a different response behavior by changing combination in this way.

[0019]

[Example]Next, an example explains this invention still in detail.

[0020]1.00 g (2.86mmol) of example 4' \*\*SHIANO\*\* 4 \*\*BIFENIRU oxyhexyl acrylate, The cross linking agent 1, 66.0 mg (0.292mmol) of 6 \*\*JIAKURIRETO hexane, The polymerization initiator 2 and 5.2 mg (0.032mmol) of 2' \*\*AZOBISU (isobutyronitrile) were dissolved in 3.5 ml (toluene: 2 ml, DMSO:1.5ml) of toluene dimethyl sulfoxide (DMSO) mixed solvents, and it deaerated under decompression. At 60 \*\*, this reaction solution was maintained for 30 hours, and radical copolymerization was carried out. The liquid crystal polymer which is not constructing a bridge without adding a cross linking agent for comparison of the thermal characteristics, such as transition temperature, was also manufactured.

The polymerization reaction occurred efficiently in toluene DMSO mixed liquor, and the liquid crystal polymer and the homogeneous gel liquid crystal elastomer of the amount of polymers were obtained comparatively. After washing repeatedly in a methylene chloride, reduced pressure drying of the obtained elastomer was carried out.

[0021]All the liquid crystal phases of the liquid crystal polymer used here, a liquid crystal elastomer, and low-molecular-liquid-crystal substance 4 **SHIANO** 4' **HEKI** sill oxybiphenyl showed the nematic phase. The transition temperature of the liquid crystal polymer (LCP), liquid crystal elastomer (LCE), and low-molecular-liquid-crystal substance [LLC(III)] for which it asked from DSC measurement and observation by polarizing microscope was shown in Table 1. Compared with the liquid crystal polymer, the liquid crystal phase forming temperature fields of the liquid crystal elastomer decreased in number. By bridge construction,  $T_g$  (glass transition point) goes up and is considered that  $T_N \rightarrow I$  (nematic phase-isotropic phase transition temperature) decreased.

[0022]Next, the dipping of the liquid crystal elastomer obtained by carrying out in this way was carried out to the low-molecular-liquid-crystal substance 4 **SHIANO** 4' **HEKI** sill oxybiphenyl of 20 time capacity, and it was swollen.

This swelled to about about 8.8 times to the weight at the time of desiccation at 76.0 \*\*. TN->I of the liquid crystal elastomer [LCE+(III)] of the gel state became 77.8 \*\* a little higher than TN->I of low-molecular-liquid-crystal (III).

[0023]

[Table

1]

物質の種類	相転移温度 (°C)
LCP	g 37.6 N 126.3 I
LCE	g 43.0 N 103.8 I
LLC(III)	K 46.1 N 75.9 I
LCE+(III)	N 77.8 I

[0024]As for the sign g in front, a vitreous state and K mean a crystallized state, N means a nematic state, and I means an isotropic phase.

[0025]The sandwiched type cell produced using the reference example clear glass electrode was filled up with the liquid crystal elastomer cut to about 50-200 micrometers with the low-molecular-liquid-crystal substance. After maintaining this cell at 76.0 \*\* for several hours and swelling a liquid crystal elastomer, the direct current voltage of 50-100V was impressed to the cell. Although the modification in the ms order of a liquid crystal elastomer was accepted in connection with voltage impressing, when voltage was removed, it restored to

the shape of the basis promptly. Orientation change of a liquid crystal element was observed at the time of modification.

[0026]

[Effect of the Invention]According to this invention, the modification in the electric field of low-molecular liquid crystal can be amplified to modification of a polymer liquid crystal, the electric field effect type liquid crystal composition which can answer promptly also to impression of slight voltage is provided, and this can be suitably used as various actuators, a display, etc.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The mimetic diagram showing change and modification of an array state before and after impressing the voltage at the time of using a side chain type liquid crystal elastomer.

[Drawing 2]The mimetic diagram showing change and modification of an array state before and after impressing the voltage at the time of using a main chain type liquid crystal elastomer.

[Description of Notations]

1 Liquid crystal elastomer molecule

2 The meso gene of a liquid crystal elastomer molecule

3

Low-molecular-liquid-crystal

substance

molecule



(19) 日本国特許庁 ( J P )

(12) 公 開 特 許 公 報 ( A )

(11) 特許出願公開番号

特開平6-324312

(43) 公開日 平成 6 年 (1994) 11 月 25 日

(51) Int.Cl. <sup>5</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 F 1/1333		9317-2K		
C 0 9 K 19/02		9279-4H		
19/42		9279-4H		

審査請求 有 請求項の数 2 F D (全 5 頁)

(21) 出願番号	特願平5-132951	(71) 出願人	000001144 工業技術院長 東京都千代田区霞が関 1 丁目 3 番 1 号
(22) 出願日	平成 5 年 (1993) 5 月 11 日	(72) 発明者	岸 良一 茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 工業技術院 物質工学工業技術研究所内
		(72) 発明者	鈴木 靖三 茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 工業技術院 物質工学工業技術研究所内
		(72) 発明者	一條 久夫 茨城県つくば市東 1 丁目 1 番 工業技術院 物質工学工業技術研究所内
		(74) 指定代理人	工業技術院物質工学工業技術研究所長 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電界効果型液晶組成物

(57) 【要約】

【構成】 低分子液晶物質と、その低分子液晶物質により膨潤された液晶エラストマーから成る電界効果型液晶組成物である。

【効果】 わずかな電圧の印加によっても、迅速に応答しうる、各種アクチュエータ及びディスプレイ用として好適な電界効果型液晶組成物が提供される。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 低分子液晶物質と、その低分子液晶物質により膨潤された液晶エラストマーから成る電界効果型液晶組成物。

【請求項2】 低分子液晶物質及び液晶エラストマーがネマチック相を示す請求項1記載の液晶組成物。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、電場において迅速に応答する、新規な液晶組成物に関するものである。さらに詳しくいえば本発明は、低分子液晶の電場における変形を高分子液晶により増幅し、わずかな電圧の印加によっても迅速に応答するように改良した電界効果型液晶組成物に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】液晶物質例えばネマチック液晶物質を2枚の導電ガラスの間隙に満たし、液晶領域の温度に維持して直流電圧を印加すると、液晶膜による光の散乱を生じ、液晶膜はすりガラスのように曇り、直流電圧をカットすると元へ戻るといいうゆる電気光学効果を示すので、各種ディスプレイに利用されている。

【0003】ところで、この液晶物質としては、脂肪族及び芳香族カルボン酸誘導体、エーテル及びケトン誘導体、アゾメチン化合物、アジン及びグリオキザル誘導体、アゾ化合物などの低分子有機化合物が用いられ、これらは数ボルトないし数十ボルトの電圧の印加により、数十ミリ秒ないし数百ミリ秒のオーダーで応答するが、使用目的によっては、数ミリ秒オーダーのより迅速な応答が要求されている。

【0004】他方、近年刺激応答性高分子ゲルの研究が盛んに行われた結果、高分子ハイドロゲルが、温度、pH、塩濃度、溶媒、電場、光などの周囲条件によって可逆的に伸縮することが知られるようになった。この伸縮は高分子ネットワークの溶媒への拡散によって起るため、応答速度は拡散定数に支配され、高分子ゲルが小さくなるほど伸縮に要する時間が短くなる傾向がある。

【0005】したがって、拡散に支配されない新しい高分子ゲル系を形成できればゲルの大きさに関係なく、伸\*

\*縮、変形の迅速な応答が得られる筈であり、この基本的な考え方を、液晶に適用すれば、応答性の改善されたアクチュエータが得られることになる。

【0006】しかしながら、近年開発されたポリスチレンゲルのような一般的な高分子網目構造物質は、低分子液晶物質との相容性を欠くため、液晶の応答性改善には利用できず、これまで前記の考え方に従って応答性を改善した液晶はまだ実現していない。

【0007】また、電圧印加による変形については、高分子ハイドロゲルを用いた系においても知られているが、このハイドロゲルの変形は水の電界電位よりも高い電位で起るため、エネルギーのほとんどが水の電気分解に消費され、効率が悪く、これをアクチュエータとして利用することは不適當である。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、液晶について、水の電気分解のようなエネルギーを消費する副反応を伴わないで、拡散に支配されない高分子ゲル系を実現し、その電場における応答性を改善することを目的としてなされたものである。

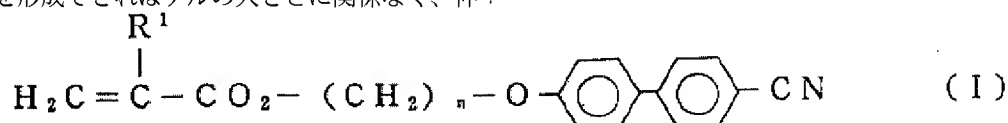
## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、拡散に支配されない液晶の高分子ゲル系を形成させ、その応答性を向上させるべく種々研究を重ねた結果、ゲル化させる物質として、低分子液晶物質と相容性を有する液晶エラストマーを用いることにより、その目的を達成しうることを見出し、この知見に基づいて本発明をなすに至った。

【0010】すなわち、本発明は、低分子液晶物質と、その低分子液晶物質により膨潤された液晶エラストマーから成る電界効果型液晶組成物を提供するものである。

【0011】本発明で用いられる液晶エラストマーは、重合性低分子液晶物質を、架橋剤の存在下で重合させることにより得られる、ゴムと液晶の両方の性質を備えた物質である。

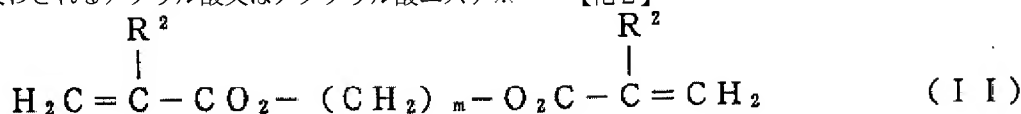
【0012】このようなものとしては、例えば一般式【化1】



(式中のR1は水素原子又はメチル基、nは2～12の整数)で表わされるアクリル酸又はメタクリル酸エステル\*

※ルを、一般式

## 【化2】

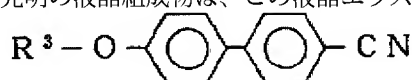


(式中のR2は水素原子又はメチル基、mは2～12の整数)で表わされるビス(アクリル酸又はメタクリル

酸)エステルが存在下で、ラジカル重合開始剤例えばアゾビス化合物や過酸化物を用いて重合させることにより

得られたものを挙げることができる。

【0013】本発明の液晶組成物は、この液晶エラスト\*



(式中のR<sup>3</sup>はアルキル基)で表わされるビフェニル化合物中に加え、十分に膨潤させることによって調製される。通常この膨潤倍率は2〜20倍程度になるので、低分子液晶物質は、液晶エラストマーの2倍容量以上、好ましくは10倍容量以上の割合で用いられる。

【0014】

【作用】次に添付図面に従って、本発明の液晶組成物の作用を模式的に説明する。図1は側鎖型液晶エラストマーを用いた場合の電圧を印加する前後における液晶分子の配向状態の変化を示す模式図であって、図中白の長円2、2…は液晶エラストマー1のメソゲンであり、黒の長円3、3…は低分子液晶物質の分子を示す。

【0015】電圧を印加する前では、液晶エラストマー1は低分子液晶物質3の中で膨潤しており、そのときの分子配向は(a)のようになっている。そして、液晶エラストマーのメソゲン及び低分子液晶物質分子の誘導異方性が負の場合に電圧を印加すると、(b)に示すように液晶分子の長軸方向と電場の向きが平行になるように配向する。図2は、主鎖型液晶エラストマーを用いた場合の模式図であり、やはり(a)の状態から(b)の状態に配向する。

【0016】そして、この配向変化が液晶エラストマーの高分子網目構造の変化として伝達され、全体の構造が変化する。次に電圧をオフにすると各液晶分子は電圧印加前の状態(a)に復元するため、全体の構造も元の状態に戻る。

【0017】他方、低分子液晶物質で膨潤していない液晶エラストマーに電圧を印加しても、この液晶エラストマーは流動性を有しないため変形を生じない。

【0018】なお、ここでは液晶エラストマー及び低分子液晶の誘導異方性が両方とも負の場合の例を示したが、本発明においては両方とも正の場合や、一方が正で他方が負の場合も包含される。そして、このように組合せを変化させることによって異なった応答挙動を生じさせることが可能である。

【0019】

【実施例】次に実施例によって本発明をさらに詳細に説※

\* マーを、低分子液晶物質例えば一般式

【化3】

(I I I)

※明する。

【0020】実施例

4'-シアノ-4-ビフェニルオキシヘキシルアクリレート1.00g(2.86mmol)、架橋剤1,6-ジアクリレートヘキサン66.0mg(0.292mmol)、重合開始剤2,2'-アゾビス(イソブチロニトリル)5.2mg(0.032mmol)をトルエン-ジメチルスルホキシド(DMSO)混合溶媒3.5ml(トルエン:2ml, DMSO:1.5ml)に溶解し、減圧下で脱気した。この反応溶液を60℃で30時間保ち、ラジカル共重合させた。転移温度などの熱的特性の比較のために架橋剤を加えないで架橋していない液晶ポリマーも製造した。トルエン-DMSO混合液中で重合反応は効率良く起こり、比較的高分子量の液晶ポリマー及び均質なゲル状の液晶エラストマーが得られた。得られたエラストマーは塩化メチレン中で繰り返し洗浄した後、減圧乾燥した。

【0021】ここで用いた液晶ポリマー、液晶エラストマー、低分子液晶物質4'-シアノ-4'-ヘキシルオキシビフェニルの液晶相はすべてネマチック相を示した。表1にDSC測定及び偏光顕微鏡観察から求めた液晶ポリマー(LCP)、液晶エラストマー(LCE)及び低分子液晶物質[LLC(I I I)]の転移温度を示した。液晶ポリマーに比べ液晶エラストマーの液晶相形成温度領域は減少した。架橋によってT<sub>g</sub>(ガラス転移点)は上昇し、TN→I(ネマチック相-等方相転移温度)は減少したと考えられる。

【0022】次に、このようにして得た液晶エラストマーを20倍容量の低分子液晶物質4'-シアノ-4'-ヘキシルオキシビフェニルに浸せきし膨潤させた。これにより76.0℃で乾燥時の重量に対して約8.8倍ほどに膨潤した。ゲル状態の液晶エラストマー[LCE+(I I I)]のTN→Iは低分子液晶(I I I)のTN→Iよりも若干高い77.8℃となった。

【0023】

【表1】

物質の種類	相転移温度(℃)
LCP	g 37.6 N 126.3 I
LCE	g 43.0 N 103.8 I
LLC(I I I)	K 46.1 N 75.9 I
LCE+(I I I)	N 77.8 I

【0024】表中の記号gはガラス状態、Kは結晶状態、Nはネマチック状態、Iは等方相を意味する。

## 【0025】参考例

透明ガラス電極を用いて作製したサンドイッチ型セルに50～200 $\mu$ m程度に切った液晶エラストマーを低分子液晶物質と共に充填した。このセルを76.0℃で数時間保ち、液晶エラストマーを膨潤させた後、セルに50～100Vの直流電圧を印加した。電圧印加に伴い液晶エラストマーのミリ秒オーダーでの変形が認められたが、電圧を取り除くともとの形状に速やかに復元した。変形の際、液晶分子の配向変化が観察された。

## 【0026】

【発明の効果】本発明によれば、低分子液晶の電場における変形を高分子液晶の変形に増幅することができ、わずかな電圧の印加に対しても迅速に応答しうる電界効果\*

\*型液晶組成物が提供され、これは各種アクチュエータ及びディスプレイなどとして好適に利用できる。

## 【図面の簡単な説明】

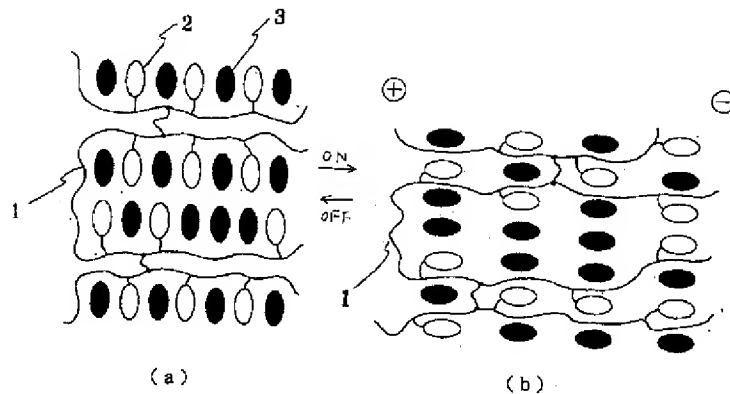
【図1】 側鎖型液晶エラストマーを用いた場合の電圧を印加する前後における配列状態の変化及び変形を示す模式図。

【図2】 主鎖型液晶エラストマーを用いた場合の電圧を印加する前後における配列状態の変化及び変形を示す模式図。

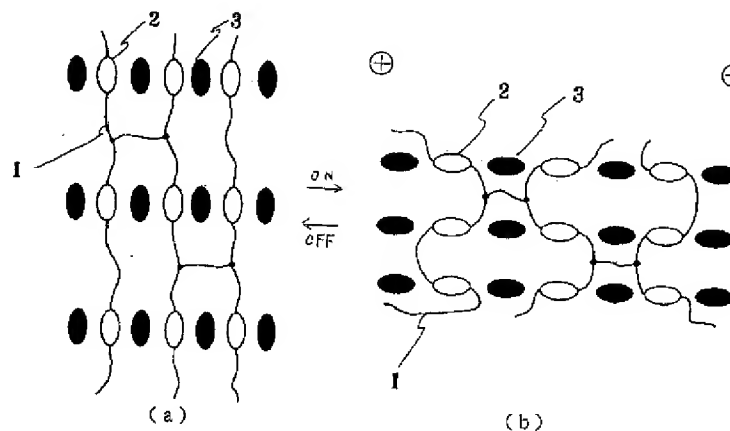
## 10 【符号の説明】

- 1 液晶エラストマー分子
- 2 液晶エラストマー分子のメソゲン
- 3 低分子液晶物質分子

【図1】



【図2】



## 【手続補正書】

【提出日】平成6年3月10日

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

## 【補正内容】

【0007】また、電圧印加による変形については、高分子ハイドロゲルを用いた系においても知られているが、このハイドロゲルの変形は水の電解電位よりも高い電位で起るため、エネルギーのほとんどが水の電気分解

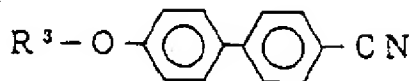
に消費され、効率が悪く、これをアクチュエータとして利用することは不適当である。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更



※

(III)

(式中のR<sup>3</sup>はアルキル基)

で表わされるビフェニル化合物中に加え、十分に膨潤させることによって調製される。通常この膨潤倍率は2～20倍程度になるので、低分子液晶物質は、液晶エラストマーの2倍重量以上、好ましくは10倍重量以上の割合で用いられる。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0015

【補正方法】変更

【補正内容】

【0015】電圧を印加する前では、液晶エラストマー1は低分子液晶物質3の中で膨潤しており、そのときの分子配向は(a)のようになっている。そして、液晶エラストマーのメソゲン及び低分子液晶物質分子の誘電異方性が正の場合に電圧を印加すると、(b)に示すように液晶分子の長軸方向と電場の向きが平行になるように配向する。図2は、主鎖型液晶エラストマーを用いた場合の模式図であり、やはり(a)の状態から(b)の状態に配向する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

※

【補正内容】

【0013】本発明の液晶組成物は、この液晶エラストマーを、低分子液晶物質例えば一般式

【化3】

※【補正対象項目名】0018

【補正方法】変更

【補正内容】

【0018】なお、ここでは液晶エラストマー及び低分子液晶の誘電異方性が両方とも正の場合の例を示したが、本発明においては両方とも負の場合や、一方が正で他方が負の場合も包含される。そして、このように組合せを変化させることによって異なった応答挙動を生じさせることが可能である。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0022

【補正方法】変更

【補正内容】

【0022】次に、このようにして得た液晶エラストマーを20倍重量の低分子液晶物質4-シアノー4'-ヘキシルオキシビフェニルに浸せきし膨潤させた。これにより76.0℃で乾燥時の重量に対して約8.8倍ほどに膨潤した。ゲル状態の液晶エラストマー[LCE+(III)]のTN→Iは低分子液晶(III)のTN→Iよりも若干高い77.8℃となった。

フロントページの続き

(72)発明者 平佐 興彦

茨城県つくば市東1丁目1番 工業技術院  
物質工学工業技術研究所内